

**УДК 662.661.25: 621.078**

**Олена Барішенко, к.т.н., доц.**

Запорізька державна інженерна академія, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ТЕПЛОВІЙ ОБРОБЦІ МЕТАЛУ В НАГРІВАЛЬНИХ ПЕЧАХ**

**Olena Barishenko, Ph.D., Assoc. Prof.**

### **RESEARCH METHODS IN ENERGY EFFICIENCY IN METAL HEAT TREATMENT FURNACES HEATING**

Металургійне виробництво займає вагомe місце в промисловості України. Для забезпечення конкурентоспроможності вітчизняних підприємств з урахуванням збільшення вартості енергоносіїв необхідно удосконалювати системи опалення нагрівальних агрегатів. Основною метою є енергозбереження з дотриманням вимог теплової обробки різного сортаменту матеріалів.

Теплова обробка металу в нагрівальних печах відбувається з невеликими тепловими витратами, які необхідно зменшувати. Існують способи зменшення теплових витрат, засновані на використанні різноманітних пристроїв або на змінах в реконструкції систем опалення.

Багатолітній досвід реконструкції систем опалення полягає в змінах зон опалення, розміщенні пальникових пристроїв відносно садіння, різновид та кількість пальникових пристроїв, тощо [1].

Теплові витрати більшою частиною – це тепло, що втрачається з димовими газами. Тому найчастіше та вигідніше з точки зору економічних вкладень вирішується задача утилізації теплоти димових газів наступними відомими способами: застосування теплообмінних апаратів, реконструкції систем відведення димових газів та режиму опалення [2]. Для визначення впливу складової теплового балансу теплових витрат з димовими газами на загальні витрати теплової потужності нагрівальних печей були розроблені імітаційна математична модель за допомогою графічного редактору на прикладі камерних термічних печей.

За допомогою зміни вхідних даних (початкова та кінцева температура нагріву, маса садіння, сортамент металу, коефіцієнт витрати повітря, тощо) на основі теплового балансу за допомогою моделі розраховується реальні значення необхідного теплового потоку, який необхідний для виконання режимів нагріву. Також визначається теплові витрати та їх залежність від режиму опалення.

В основі розрахунків покладені наступні залежності:

$$\begin{aligned}t_{i+1}^N &= t_i^N + \left( \sum \frac{q_i}{S\rho_i^N C_i^N} \right) \Delta\tau; \\q_i &= q_{\text{изл}} + q_{\text{конв}}; \\q_{\text{изл}} &= \sigma(T_z^4 - T_M^4); \\q_{\text{конв}} &= f_1(\alpha_K, t_z, t_M); \\B_m &= f_2(Q_n^p, Q_\phi^m, Q_\phi^s, Q_m^n, Q_{\text{кл}}^n, Q_\theta^n); \\t_z^{\text{сп}} &= \eta_{\text{нгр}} t_K; \\B_\theta &= f_3(B_z, B_K); \\\eta_{\text{рек}} &= B_\theta C_\theta \frac{(t'' - t_\theta^I)}{B_\theta C_\theta t_\theta^I};\end{aligned}$$

де  $t_i$  – температура елементарного об'єму на попередньому кроці за часом;  $q_i$  – загальний тепловий потік;  $q_{\text{конв}}$  – тепловий потік при передачі тепла конвекцією;  $q_{\text{изл}}$  – тепловий потік при передачі тепла випромінюванням;  $T_g$  – температура газового середовища;  $T_m$  – температура поверхні металу;  $B_m$  – витрата палива;  $\eta_{\text{нпр}}$  – пірометричний коефіцієнт;  $B_o$  – загальний об'єм диму;  $S$  – товщина елементарного об'єму;  $\rho_i$  – щільність елементарного об'єму;  $C_i$  – теплоємність елементарного об'єму;  $t'_g$  – температура повітря за рекуператором;  $t'_o$  – температура диму за рекуператором;  $t_z^{cp}$  – середня дійсна температура згорання в печі;  $\sigma$  – коефіцієнт випромінювання;  $\Delta\tau$  – тривалість розрахункового кроку;  $\alpha_k$  – конвективний коефіцієнт тепловіддачі;  $\eta_{\text{рек}}$  – коефіцієнт рекуператору.

На рисунку 1 представлений інтерфейс результатів проведеної роботи.

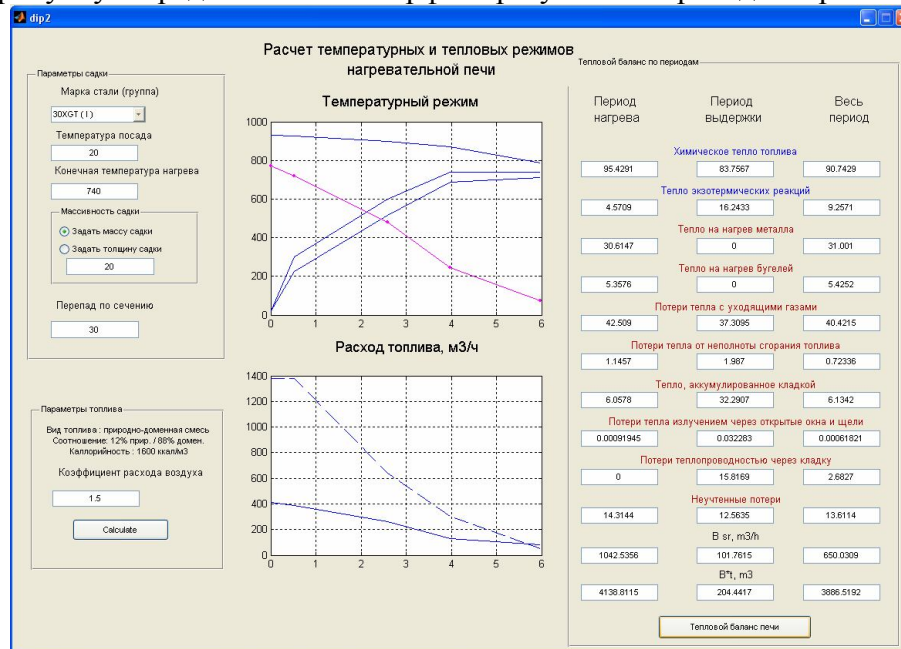


Рисунок 1. Користувальницький інтерфейс для аналізу статей теплового балансу

За допомогою даного інтерфейсу проведені теоретичні дослідження варіантів утилізації теплоти димових газів.

Результати досліджень показали, що будь-яке удосконалення системи опалення з метою утилізації димових газів призведе до скорочення перевитрат теплової енергії як найменш на 15-20 %, що є вагомим рішенням проблем енергозбереження на металургійному виробництві.

#### Перелік посилань

1. Актуальні енергозберігаючі методи роботи нагрівальних печей: монографія. / Баріщенко О.М., Ревун М.П.; Запорізька державна інженерна академія. – Запоріжжя: ЗДІА 2012. – 138 с.
2. Движение струи возврата продуктов сгорания в подподоковой топке и рабочем пространстве камерной термической печи. / Яковлева И.Г., Мных И.Н. Баріщенко Е.Н. // Металургія. Наук.праці ЗДІА № 2(27). – 2012. С.172-177.